File e Directory

Laboratorio Sistemi Operativi

Aniello Castiglione
Email: aniello.castiglione@uniparthenope.it

Tipi di File

- La maggior parte dei file in Unix sono di due tipi: regolari e directory. Esistono anche tipi di file aggiuntivi
- I tipi di file sono:
  - **Regolari** (il tipo più comune di file contenente dati in una qualche forma)
    - Per il kernel non c'è distinzione tra dati testo o binari
  - **Directory** (contiene nomi di altri file e puntatori alle informazioni su tali file)
  - **File speciali a blocco**
    - sono usati per rappresentare dispositivi che consistono in un insieme di blocchi a indirizzamento casuale (dischi)
  - **File speciali a caratteri**
    - sono usati per rappresentare dispositivi che costituiscono flussi di caratteri (terminali, stampanti e interfacce di rete)
  - **FIFO**
    - usato per la comunicazione tra processi
  - **Socket**
    - tipo di file usato per la comunicazione su rete tra processi
  - **Link simbolici**
- Come possiamo ottenere queste informazioni?

System call stat, fstat e lstat

```
#include <sys/stat.h>

int stat (const char *path, struct stat *buf);
int fstat (int filedes, struct stat *buf);
int lstat (const char *path, struct stat *buf);
```

- stat ritorna informazioni sul file specificato da path
- fstat ritorna informazioni sul file aperto sul descrittore filedes

- lstat ritorna informazioni sul link simbolico, non sul file puntato da esso
- Il secondo argomento è un puntatore ad una struttura. Le funzioni riempiono la struttura puntata da buf

System call stat, fstat e lstat (cont.)

- Queste funzioni ritornano informazioni sul file
- Non è necessario avere permessi di lettura sul file per accedere a queste informazioni
- I permessi necessari sono di ricerca su tutte le directory nominate nel path

La struttura stat

```
struct stat
{
    dev_t           st_dev;     /* device */
    ino_t           st_ino;     /* inode */
    mode_t          st_mode;    /* file type & protection */
    nlink_t         st_nlink;   /* number of hard links */
    uid_t           st_uid;     /* user ID of owner */
    gid_t           st_gid;     /* group ID of owner */
    dev_t           st_rdev;    /* device type (if inode device) */
    off_t           st_size;    /* total size, in bytes */
    unsigned long   st_blksize; /* blocksize for filesystem I/O */
    unsigned long   st_blocks;  /* number of blocks allocated */
    time_t          st_atime;   /* time of last access */
    time_t          st_mtime;   /* time of last modification */
    time_t          st_ctime;   /* time of last change */
};
```

Tipi di file

- L'informazione sul tipo di file si trova nel campo st_mode della struttura stat
- Per determinare il tipo di file si utilizzano le seguenti macro, definite in <sys/stat.h>. L'argomento di ciascuna macro è il campo st_mode

S_ISLNK( )	symbolic link
S_ISREG( )	regular file
S_ISDIR( )	directory
S_ISCHR( )	character device
S_ISBLK( )	block device
S_ISFIFO( )	FIFO
S_ISSOCK( )	socket

Esempio

```
#include        <sys/types.h>
#include        <sys/stat.h>
int main(int argc, char *argv[])
{
  int           i;
  struct stat   buf;
  char          *ptr;
  for (i = 1; i < argc; i++) {
       printf("%s: ", argv[i]);
       if (lstat(argv[i], &buf) < 0) {
               printf("lstat error\n");
               continue;
       }
       if (S_ISREG(buf.st_mode)) ptr = "regular";
       …
       else if (S_ISBLK(buf.st_mode))     ptr = "block special";

       else     ptr = "** unknown mode **";
       printf("%s\n", ptr);
  }
  exit(0);}
}
```

Esempio

```
$ ./a.out /etc/passwd /etc /dev/initctl /dev/log
  /dev/tty \
> /dev/scsi/host0/bus0/target0/lun0/cd /dev/cdrom
/etc/passwd: regular
/etc: directory
/dev/initctl: fifo
/dev/log: socket
/dev/tty: character special
/dev/scsi/host0/bus0/target0/lun0/cd: block special
/dev/cdrom: symbolic link
```

User ID e Group ID

```
struct stat
 {
     dev_t          st_dev;       /* device */
     ino_t          st_ino;       /* inode */
     mode_t         st_mode;      /* file type & protection */
     nlink_t        st_nlink;     /* number of hard links */
     uid_t          st_uid;       /* user ID of owner */
     gid_t          st_gid;       /* group ID of owner */
     dev_t          st_rdev;      /* device type (if inode device) */
     off_t          st_size;      /* total size, in bytes */
     unsigned long  st_blksize;   /* blocksize for filesystem I/O */
     unsigned long  st_blocks;    /* number of blocks allocated */
     time_t         st_atime;     /* time of last access */
     time_t         st_mtime;     /* time of last modification */
     time_t         st_ctime;     /* time of last change */

};
```

Campi st_uid e st_gid

- Ogni **file** ha un proprietario ed un gruppo che lo possiede
  - Tali informazioni si trovano in st_uid e st_gid di stat
- A ciascun **processo** vengono associati i seguenti identificativi:
  - real user ID e real group ID, identificano l'utente
  - effective user ID, effective group ID, e supplementary group ID determinano i permessi di accesso ai file
  - saved set-user-ID e saved set-group-ID contengono copia dell'effective user ID e effective group ID quando un programma è in esecuzione
- Hanno un ruolo fondamentale per i file eseguibili
- Normalmente, l'effective user ID coincide con il real user ID e l'effective group ID coincide con il real group ID

Set user-ID

- Un programma è eseguito con i permessi di chi lo manda in esecuzione, non di chi lo possiede
- Si può inizializzare un flag in st_mode in modo che, quando un determinato file di programma viene eseguito, l'effective user ID del processo sia quello di chi possiede il file
- Tale flag è detto set-user-ID
  - potrebbe essere necessario che un processo abbia (in qualche momento) diritti maggiori di chi esegue il programma
  - Esempio: comando **passwd** (programma per cui set-user-ID è on)
    - Eseguito da chiunque
    - Deve avere la possibilità di cambiare il file /etc/passwd

Set group-ID

- Analogamente è possibile mandare in esecuzione un processo con un effective group ID uguale al group ID del file eseguibile
  - Il relativo flag è detto set-group-ID
- Se il set-group-ID è applicato ad una directory, i file creati in quella directory ereditano il group ID dalla directory, non dall'effective group ID del processo che li ha creati

S_ISUID	4000	set UID bit
S_ISGID	2000	set GID bit
S_ISVTX	1000	sticky bit

Set UID e Set GID: esempio

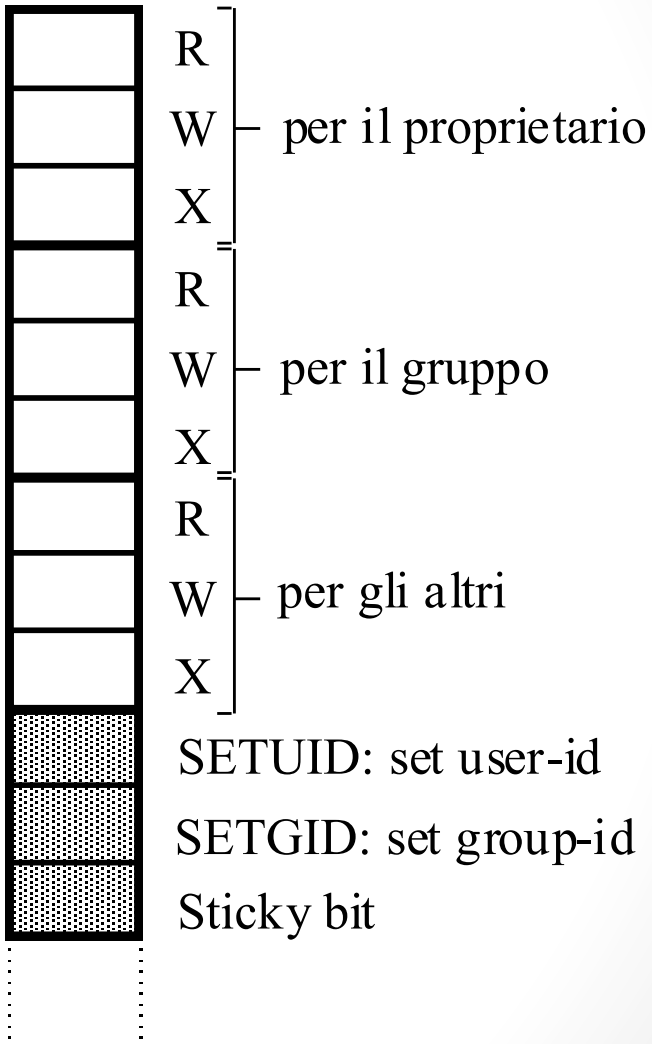
- Sia exe il nome di un file eseguibile. Siano utente1 e gruppo1 i valori di UID e GID dell'utente che lancia exe, producendo un processo P, che nel corso del proprio operato cercherà di accedere ad un file che chiameremo info
  - Il real user ID di P è l' UID dell'utente che lo ha generato (**utente1**). Analogamente, il real group ID di P è il GID dell'utente che lo ha generato (**gruppo1**)
  - L'effective user ID e l'effective group ID di P dipendono dai due bit speciali, set user id e set group id, associati all'eseguibile exe
  - Se set user id è attivo, l'effective user id di P sarà uguale all'**UID del proprietario** del file eseguibile; in caso contrario l'effective user id di sarà uguale al suo **real user id** (cioè utente 1). Stesso discorso vale per set group id

Set UID e Set GID: esempio (cont.)

- Vediamo come questi quattro identificatori sono utilizzati nel momento in cui il processo P cerca di accedere al file info (ricordiamo che info avrà associato un proprietario e un gruppo di utenti). Valgono le seguenti regole (nell'ordine elencato):
  - Se l'effective user id di P coincide con il proprietario di info, il processo acquisisce i **diritti di accesso del proprietario** di info
  - Altrimenti, se l'effective group id di P e il gruppo di info coincidono, P acquisisce i **diritti di accesso del gruppo** di utenti associati ad info
  - Se nessuna delle due precedenti condizioni è valida, valgono le normali triple di diritti di accesso: l'accesso sarà consentito o meno a seconda della categoria di utenti nella quale ricadono **real user id** e **real group id** del processo P

Permessi di accesso ai file

- Complessivamente, sono dedicati 12 bit per i permessi



Permessi di accesso ai file

- Come si è visto, st_mode contiene l'informazione relativa al tipo di file (regular file, directory,...)
- Il valore di st_mode codifica anche i bit di permesso di accesso ai file (<sys/stat.h>)

S_IRUSR	0400	owner read
S_IWUSR	0200	owner write
S_IXUSR	0100	owner execute
S_IRGRP	0040	group read
S_IWGRP	0020	group write
S_IXGRP	0010	group execute
S_IROTH	0004	others read
S_IWOTH	0002	others write
S_IXOTH	0001	others execute

Sticky bit

- Sticky bit: permette di richiedere al kernel che l'immagine del **segmento di testo** di un processo resti allocata nell'area di swap anche dopo la sua terminazione (utile per programmi frequentemente utilizzati, es. vi)
- Se usato per le directory lo sticky bit (S_ISVTX)
  - I file nella directory possono essere **rinominati** o **cancellati** solo se l'utente ha i permessi di scrittura sulla directory e se vale una delle seguenti
    - è il proprietario del file
    - è il proprietario della directory
    - è il superutente
- Usato per directory per cui un qualsiasi utente può creare file
  - Gli utenti non dovrebbero avere la possibilità di cancellare o rinominare file di proprietà altrui

Permessi di accesso ai file

- Le tre categorie read (r), write (w) e execute (x) sono usate da varie funzioni in maniera differente
  - Quando si vuole aprire un qualsiasi tipo di file mediante il nome, è necessario avere permessi di esecuzione (x) in ciascuna directory citata nel nome (inclusa la directory corrente)
    - Ciò motiva il fatto che il bit del permesso di esecuzione per le directory è anche chiamato bit di ricerca
    - Esempio: per aprire /usr/include/stdio.h dobbiamo avere i permessi di esecuzione nella directory /, nella directory /usr e nella directory /usr/include. E' necessario avere anche i permessi sul file stesso a seconda di come cerchiamo di aprirlo (sola lettura, scrittura, etc.)
    - I permessi di lettura ed esecuzione su una directory hanno significati differenti: leggere la directory ci consente di elencarne il contenuto; l'esecuzione ci consente di passare attraverso la directory quando è una componente del pathname a cui cerchiamo di accedere

Permessi di accesso ai file

- Le tre categorie read, write e execute sono usate da diverse funzioni in maniera differente
  - I permessi di lettura determinano se possiamo aprire un file esistente per leggerlo (O_RDONLY e O_RDWR)
  - I permessi di scrittura determinano se possiamo aprire un file per la scrittura (O_WRONLY e O_RDWR)
  - E' necessario avere permessi di scrittura su di un file per specificare il flag O_TRUNC nella funzione open
  - Non è possibile creare un file in una directory a meno che non si hanno i permessi di scrittura ed esecuzione sulla directory
  - Per cancellare un file esistente è necessario avere i permessi di scrittura ed esecuzione nella directory che contiene il file. Non è necessario avere permessi di lettura o scrittura sul file stesso
  - E' necessario avere i permessi di esecuzione su di un file se lo vogliamo eseguire usando una delle funzioni della famiglia exec. Inoltre, il file deve essere un file regolare

Test di accesso ai file del kernel

- I permessi di accesso quando un processo apre, crea o cancella un file dipendono dal proprietario del file (st_uid, st_gid), gli effective ID del processo (effective user ID e effective group ID), e il supplementary group ID del processo
  - Gli ID del proprietario sono una prerogativa dei file
  - I due effective ID ed il supplementary group ID sono una prerogativa del processo
- I passi eseguiti in sequenza sono
  - Se l'effective user ID del processo è 0 (il superutente), l'accesso è consentito
  - Se l'effective user ID del processo coincide con il proprietario del file (ovvero, il processo è il proprietario), l'accesso è consentito se l'utente ha i relativi bit di permesso impostati, altrimenti l'accesso è negato
  - Se l'effective group ID del processo o uno dei supplementary group ID del processo coincide con il group ID del file, l'accesso è consentito se i permessi di accesso al gruppo sono impostati, altrimenti l'accesso è negato
  - Se gli altri permessi di accesso appropriati sono impostati, l'accesso è consentito altrimenti è negato

Chiamata di sistema access

```
#include<unistd.h>
int access (const char *pathname, int mode)
```

- `access` effettua il test di accessibilità di un file sulla base del *real user ID* a del *real group ID*
  - Sostituisce *effective* con *real* nei quattro passi visti nella slide precedente

  `mode` è il valore `F_OK` per verificare se il file esiste oppure un OR bit a bit con le costanti `R_OK`, `W_OK` e `X_OK`
- Restuisce 0 se Ok, altrimenti -1

Esempio

```
#include<fcntl.h>
int main(int argc, char*argv[]){
        if (argc!=2){
                printf("usage: a.out <pathname>");
                exit(-1);
        {
        if (access(argv[1], R_OK)<0)
                printf("access error for %s", argv[1]);
        else
                printf("read access OK\n");

        if (open(argv[1], O_RDONLY)<0)
                printf("Open error for %s", argv[1]);
        else
                printf("open for reading OK\n");
        exit(0);
}
```

Esempio (cont.)

```
$ls –l a.out
-rwxr-xr-x 1 staiano staiano 8632 Mar 18 14:00 a.out
$ ./a.out a.out
Read access OK
Open for reading OK
$ls –l /etc/shadow
-rw-r----- 1 root shadow 1376 mar 16 12:36 /etc/shadow
$ ./a.out /etc/shadow
Access error for /etc/shadow
Open eror for /etc/shadow
$ su
Password:
# chown root a.out
# chmod u+s a.out
# ls –l a.out
-rwsrwxr-x 1 root shadow 1376 mar 18 14:07 a.out
#exit
$ ./a.out /etc/shadow
Access error for /etc/shadow: Permissione denied
Open for reading OK
```

Proprietà dei nuovi file e directory

- Lo user ID di un nuovo file è impostato all'effective user ID del processo
- Per determinare il group ID, POSIX.1 consente alla implementazione di scegliere tra le due opzioni
  - Il group ID di un nuovo file può essere l'effective group ID del processo
  - Il group ID del nuovo file può essere il group ID della directory in cui il file viene creato
- FreeBSD impiega sempre la seconda opzione
- Linux (filesystem ext2 e ext3) consente di scegliere l'una o l'altra sulla base di un flag impostato con mount
  - Linux (4.2.22 con l'apposita opzione per mount) e Solaris 9 scelgono l'una o l'altra sulla base dell'impostazione del bit set-group-ID per la directory in cui creare il file

Permessi e creazione dei file

```
#include <sys/stat.h>
mode_t umask(mode_t mask);
```

- La system call umask viene utilizzata per assegnare ad un processo la modalità di creazione di un file
- L'argomento mask è formato da un OR bit a bit delle nove costanti di permesso di accesso ai file
- La funzione ritorna il valore precedente della maschera di creazione dei file

La system call umask

- La maschera della modalità di creazione di un file è usata ogniqualvolta il processo crea un nuovo file o una nuova directory
- I permessi di un file creato, dato un valore della maschera, sono calcolati usando la seguente operazione bit a bit
  - AND bit a bit tra il complemento di mask e la modalità di accesso specificata in **creat** o **open**
- Esempio: se il valore di default di umask viene inizializzato a 022, un nuovo file creato con permessi 666 avrà
  - 666 & ~ 022 = 644 = r w - r - - r - -

Esempio

```
#include     <sys/types.h>
#include     <sys/stat.h>
#include     <fcntl.h>
#include     "apue.h"

int main(void) {

  umask(0);
  if (creat("foo", S_IRUSR | S_IWUSR | S_IRGRP |
  S_IWGRP|S_IROTH | S_IWOTH) < 0)
      err_sys("creat error for foo");

  umask(S_IRGRP | S_IWGRP | S_IROTH | S_IWOTH);
  if (creat("bar", S_IRUSR | S_IWUSR | S_IRGRP | S_IWGRP
  | S_IROTH | S_IWOTH) < 0)
      err_sys("creat error for bar");
  exit(0);
}
```

System call chmod e fchmod

```
#include <sys/stat.h>
int chmod (const char *path, mode_t mode);
int fchmod (int fildes, mode_t mode);
```

- Queste funzioni permettono di cambiare i permessi di accesso ad un file
  - Restituiscono 0 se OK, -1 in caso di errore
- Per cambiare i bit di permesso di un file, l'effective user ID del processo deve essere uguale all' ID del proprietario, oppure il processo deve avere i diritti del superutente

Esempio

```
#include     <sys/types.h>
#include     <sys/stat.h>
#include     "apue.h"
int main(void)
{
    struct stat       statbuf;
/* modo assoluto a "rw-r--r--" */
    if (chmod("bar", S_IRUSR | S_IWUSR | S_IRGRP |
  S_IROTH) < 0)
        err_sys("chmod error for bar");
/* imposta set-group-ID disattiva group-execute */
    if (stat("foo", &statbuf) < 0)
        err_sys("stat error for foo");
    if (chmod("foo", (statbuf.st_mode & ~S_IXGRP) |
  S_ISGID) < 0)
        err_sys("chmod error for foo");

exit(0);
}
```

System call chown, fchown e lchown

```
#include <unistd.h>
int chown (const char *path, uid_t owner, gid_t group);
int fchown (int fd, uid_t owner, gid_t group);
int lchown (const char *path, uid_t owner, gid_t group);
```

- Tali funzioni permettono di cambiare lo user ID ed il group ID di un file
  - Ritornano 0, se OK, -1 in caso di errore
- Se l'argomento owner o group è -1, l'ID corrispondente è lasciato inalterato
- Solo un processo superutente può modificarne il proprietario
- Un processo non superutente, proprietario del file (**effective user ID e real user ID coincidono**) può solo modificarne il gruppo con uno tra quelli **supplementari** a cui appartiene

Dimensione dei file

```
struct stat
 {
   dev_t       st_dev;      /* device */
   ino_t       st_ino;      /* inode */
   mode_t      st_mode;     /* file type & protection */
   nlink_t     st_nlink;    /* number of hard links */
   uid_t       st_uid;      /* user ID of owner */
   gid_t       st_gid;      /* group ID of owner */
   dev_t       st_rdev;     /* device type (if inode device) */
   off_t       st_size;     /* total size, in bytes */
   unsigned long st_blksize; /* blocksize for filesystem I/O */
   unsigned long       st_blocks; /* number of blocks allocated */
   time_t      st_atime;        /* time of last access */
   time_t      st_mtime;       /* time of last modification */
   time_t      st_ctime;       /* time of last change */
  };
```

Dimensione dei file

- Il campo st_size di stat contiene la dimensione in byte del file. Ha senso solo per file regolari, directory e link simbolici
  - Solaris definisce anche la dimensione del file di una pipe come il numero di byte disponibili per lettura dalla pipe
- Se presenti, st_blksize e st_blocks si riferiscono, rispettivamente, al migliore fattore di blocco per eseguire operazioni di I/O sul file e al numero di blocchi da 512 byte allocati per il file
- La libreria standard del C utilizza tale fattore di blocco per eseguire le operazioni su file

Troncamento

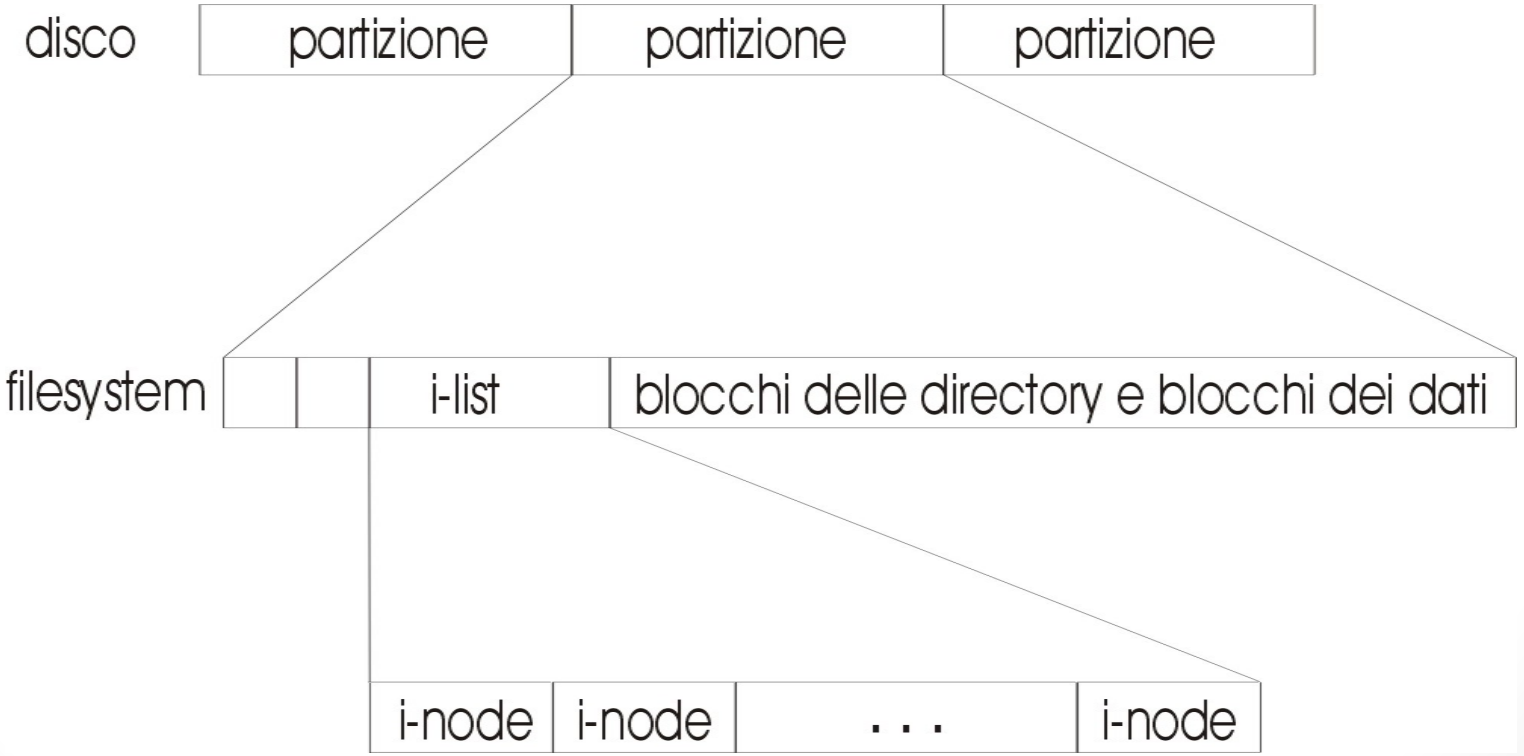
```
#include <unistd.h>
int truncate (const char *path, off_t length);
int ftruncate (int fd, off_t length);
```

- Queste system call troncano un file esistente a length byte
  - Ritornano 0 se OK, -1 in caso di errore
- Se il file ha una dimensione maggiore di length, i dati oltre length non sono più accessibili
- Se il file ha meno di length byte, il comportamento della funzione dipende dall'implementazione (lo standard XSI incrementa la dimensione)

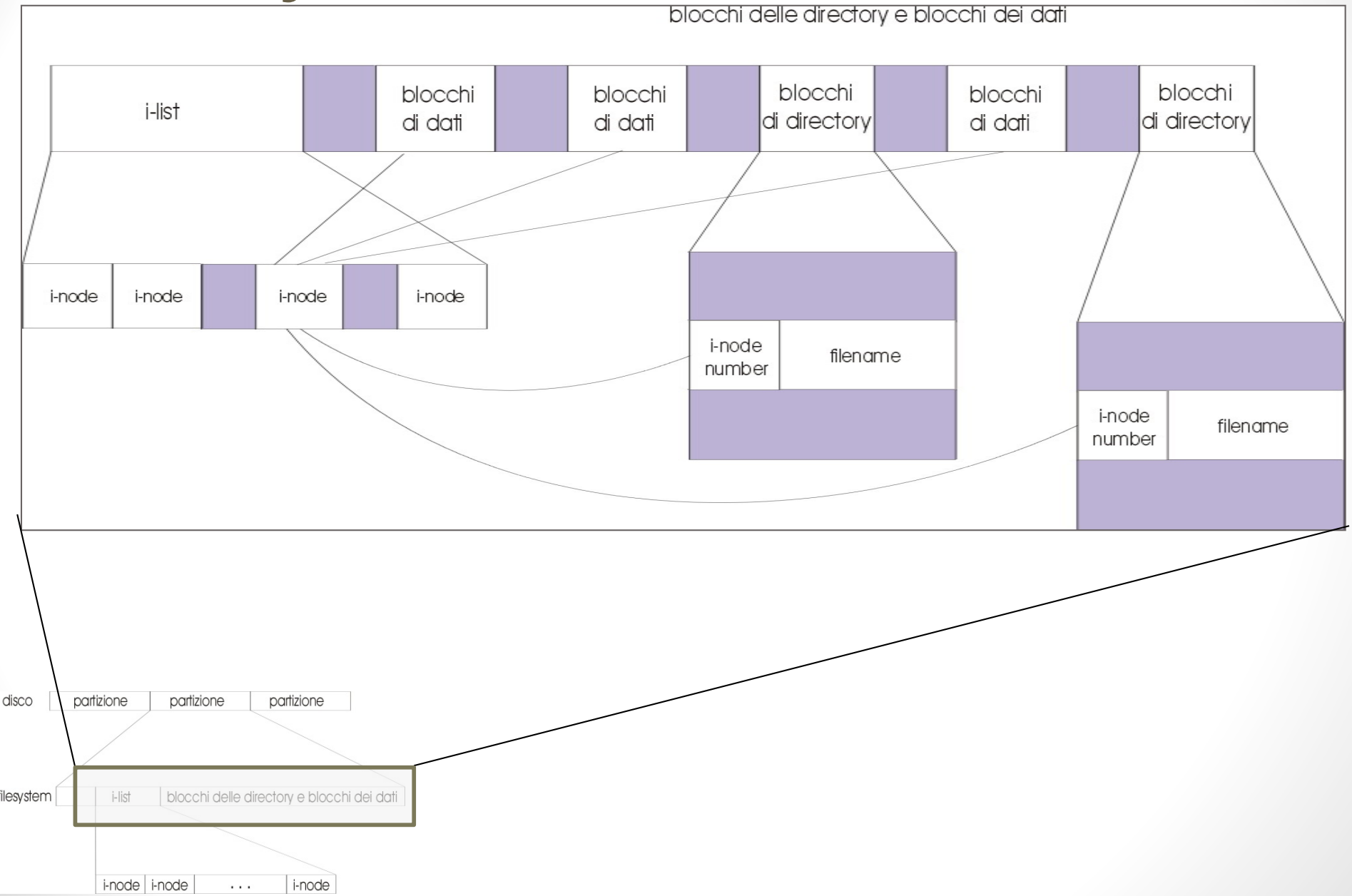
File system

File system

- Consideriamo il file system di UNIX (UFS) derivato da BSD
  - Possiamo pensare un HD suddiviso in una o più partizioni
    - Ogni partizione può contenere un file system



File system


blocchi delle directory e blocchi dei dati
i-list
blocchi di dati
blocchi di dati
blocchi di directory
blocchi di dati
blocchi di directory
i-node
i-node
i-node
i-node
i-node number
filename
i-node number
filename
disco
partizione
partizione
partizione
filesystem
i-list
blocchi delle directory e blocchi dei dati
i-node
i-node
. . .
i-node

I-node

- Index-Node è una struttura di controllo associata ad ogni file
  - molti nomi dei file possono essere associati con lo stesso i-node

File Mode	16-bit flag that stores access and execution permissions associated with the file. 12-14 File type (regular, directory, character or block special, FIFO pipe 9-11 Execution flags 8 Owner read permission 7 Owner write permission 6 Owner execute permission 5 Group read permission 4 Group write permission 3 Group execute permission 2 Other read permission 1 Other write permission 0 Other execute permission
Link Count	Number of directory references to this inode
Owner ID	Individual owner of file
Group ID	Group owner associated with this file
File Size	Number of bytes in file
File Addresses	39 bytes of address information
Last Accessed	Time of last file access
Last Modified	Time of last file modification
Inode Modified	Time of last inode modification

Link hard e simbolici

```
struct stat
  {
    dev_t       st_dev;         /* device */
    ino_t       st_ino;         /* inode */
    mode_t      st_mode;        /* file type & protection */
    nlink_t     st_nlink;       /* number of hard links */
    uid_t       st_uid;         /* user ID of owner */
    gid_t       st_gid;         /* group ID of owner */
    dev_t       st_rdev;  /* device type (if inode device) */
    off_t       st_size;  /* total size, in bytes */
    unsigned long st_blksize; /* blocksize for filesystem I/O */
    unsigned long st_blocks;  /* number of blocks allocated */
    time_t        st_atime;   /* time of last access */
    time_t        st_mtime;   /* time of last modification */
    time_t        st_ctime;   /* time of last change */
  };
```

System call link

- E' possibile far puntare più directory all'i-node di un file
- La maniera per creare un hard link ad un file esistente è quella di usare la funzione link

```
#include <unistd.h>
int link (const char *oldpath, const char *newpath);
  Ritorna 0 se OK, -1 in caso di errore
```

- Se newpath già esiste è ritornato un errore

- Se un'implementazione supporta la creazione di hard link su directory, il privilegio è ristretto al solo superutente
- Il più delle implementazioni richiedono che oldpath e newpath risiedano nello stesso filesystem
  - POSIX.1 consente, eventualmente, di supportare il linking attraverso i file system

System call unlink

- Per rimuovere un elemento dalla tabella della directory si utilizza la funzione unlink

```
#include <unistd.h>
int unlink (const char *pathname);
Ritorna 0 se OK, -1 in caso di errore
```

- La funzione decrementa il numero di link del file puntato da pathname. Il file risulta ancora accessibile, se il numero di link è non nullo

System call unlink (cont.)

- Quando il numero di link del file è 0, il contenuto del file può essere cancellato
- Ciò non accade se un processo ha il file aperto
- Quando il file viene chiuso, il kernel conta il numero di processi che hanno aperto il file: se questo è zero ed il numero di link del file è zero, allora il file è cancellato
- E' necessario avere i permessi di scrittura ed esecuzione nella directory contenente il file

System call symlink e readlink

```
#include <unistd.h>
int symlink (const char *oldpath, const char *newpath);
int readlink (const char *path, char *buf, size_t
  bufsiz);
```

- symlink viene utilizzata per creare un link simbolico. Non è necessario che oldpath esista
  - Restituisce 0 se OK, -1 in caso di errore
- Per leggere un link simbolico, è necessario utilizzare readlink, che apre il link, legge il contenuto e lo chiude
  - Restituisce il numero di byte letti se OK, -1 in caso di errore
- Il contenuto del link è posto in buf, senza carattere di terminazione

System call mkdir e rmdir

```
#include <sys/stat.h>
int mkdir (const char *pathname, mode_t mode);

#include <unistd.h>
int rmdir (const char *pathname);
```

- Queste funzioni permettono di creare directory e rimuoverle (se vuote)
  - Ritornano 0 se OK, -1 in caso di errore

Lettura delle directory

- Una directory può essere letta da chiunque abbia i permessi di accesso per lettura
- I permessi di accesso e scrittura per una directory determinano se si possono creare nuovi file nella directory e se si possono cancellare
- I permessi non specificano se si può scrivere sui file contenuti nella directory stessa

Lettura delle directory (funzioni libreria)

```
#include <dirent.h>
DIR *opendir(const char *name);
Ritorna un puntatore se OK, NULL in caso di errore
struct dirent *readdir(DIR *dir);
Ritorna un puntatore se OK, NULL alla fine o in caso di errore
```

```
struct dirent  {
ino_t d_ino;
char d_name[NAME_MAX + 1];
  };
```

```
void rewinddir(DIR *dir);
int closedir(DIR *dir);
```

- Il puntatore ad una struttura di tipo DIR ritornato da opendir è utilizzato dalle altre funzioni

Esempio: elencare i file di una directory

```
#include <sys/types.h>
#include <dirent.h>
int main(int argc, char *argv[ ])
{
  DIR *dp;
  struct dirent *dirp;
  if (argc != 2){
       printf("a single argument (the directory name) is required");
       exit(-1);
     }
  if ( (dp = opendir(argv[1])) == NULL){
       printf("can't open %s", argv[1]);
       exit(-1);}
  while ( (dirp = readdir(dp)) != NULL)
       printf("%s\n", dirp->d_name);
   closedir(dp);
  exit(0);
}
```

System call chdir e funzione getcwd

```
#include <unistd.h>

int chdir (const char *path);
      Ritorna 0 se OK, -1 in caso di errore
char *getcwd (char *buf, size_t size);
      Ritorna puntatore a buf se OK,
      NULL in caso di errore
```

- Ciascun processo è dotato di una directory di lavoro corrente da cui partono tutti i path relativi
- Per sapere qual è la directory corrente si usa getcwd
- Per cambiare la directory di lavoro corrente di un processo si usa la funzione chdir

Esempio

- La directory di lavoro corrente è un attributo di un processo
  - I processi che invocano il processo che esegue chdir non sono influenzati dal cambio di directory di quest'ultimo

```
#include        <unistd.h>
#include        <stdio.h>
int main(int argc, char *argv[])
{
   if (chdir("/tmp") < 0){
                perror("chdir fallito");
                exit(-1);
   } else
     printf("chdir a /tmp avvenuto\n");
     exit(0);
}
```

Esempio (2)

```
$ pwd
/users/studente
$ a.out
chdir a /tmp avvenuto
$ pwd
/users/studente
$
```

- La directory di lavoro corrente per la shell non è cambiata
  - E' un effetto di come la shell esegue i programmi
  - Ogni programma viene eseguito in un processo separato
    - La directory di lavoro corrente della shell non è influenzata dalla chiamata a chdir nel programma

Esempio getcwd

```
#include     “apue.h"
int main(void)
{
      char   *ptr;
      int    size;

      if (chdir("/home/staiano/bin") < 0)
            err_sys("chdir fallito");

      ptr = path_alloc(&size);   /* funzione in apue.h */
      if (getcwd(ptr, size) == NULL)
            err_sys("getcwd fallita");

      printf("cwd = %s\n", ptr);
      exit(0);
}
```

Esempio getcwd (2)

```
$pwd
/home/staiano
$ ln -s /usr/bin ./bin
$ ./a.out
cwd = /usr/bin
$
```

Esercizio

- Creare un link simbolico con il comando ln -s. Scrivere un programma che selezioni il link nella directory e stampi a video il nome del file.

Soluzione

```
#include  <sys/types.h>
#include  <sys/stat.h>
#include  <fcntl.h>
#include  <unistd.h>
#include  <dirent.h>
int main()
{
  char c, cwd[100];
  int  fd;
  struct stat buf;
  struct dirent   *drn;
  DIR             *dp;
  getcwd(cwd,sizeof(cwd));
  if((dp=opendir(cwd))==NULL){    //'carica' la struttura associata alla directory
    printf("opendir error\n");
    exit(-1);
   }
  while((drn=readdir(dp))!=NULL){        //legge il contenuto della dir
        if(lstat(drn->d_name,&buf) <0)
         printf("Errore lstat su %s\n",drn->d_name);
      if(S_ISLNK(buf.st_mode))
          printf("Trovato il link %s\n",drn->d_name);
    }
  closedir(dp);
  exit(0);}
```

Esercizio

- Scrivere un programma in C e Posix sotto Linux che stampa in output il nome del link simbolico presente nella directory corrente che si riferisce al file regolare di taglia più grande

- NOTA: Si assume che i link simbolici non puntino ad altri link simbolici